

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-14474

(P2002-14474A)

(43)公開日 平成14年1月18日(2002.1.18)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 0 3 F 7/11	5 0 2	G 0 3 F 7/11	5 0 2 2 H 0 2 5
7/023	5 1 1	7/023	5 1 1 2 H 0 9 6
7/40	5 2 1	7/40	5 2 1 5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 7 4 5 F 0 4 6
21/3065		21/302	F
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-198469(P2000-198469)

(22)出願日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者 佐藤 康彦

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 後河内 透

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

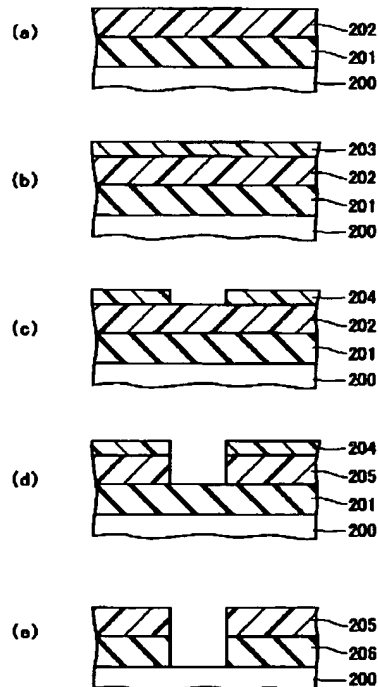
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パターン形成方法

(57)【要約】

【課題】 良好な加工形状を有する被加工膜パターンを形成を可能とするパターン形成方法を提供すること。

【解決手段】 ナフトール誘導体とホルムアルデヒドを脱水縮合したノボラック化合物、またはアントラセン誘導体とホルムアルデヒドを脱水縮合したノボラック化合物を溶媒に溶解して調製した下層膜溶液を被加工膜201上に塗布して下層膜202を形成する工程と、前記下層膜202上にレジスト膜203を形成する工程と、前記レジスト膜203に対してパターン露光を行なってレジストパターン204を形成する工程と、前記レジストパターン204を前記下層膜202に転写して下層膜パターン205を形成する工程と、前記下層膜パターン205を前記被加工膜201に転写して被加工膜パターン206を形成する工程とを具備することを特徴とする。



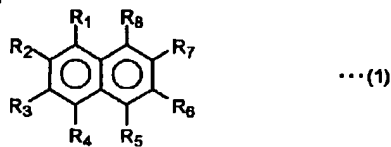
1

【特許請求の範囲】

【請求項1】ナフトール誘導体とホルムアルデヒドを脱水縮合したノボラック化合物、またはアントラセン誘導体とホルムアルデヒドを脱水縮合したノボラック化合物を溶媒に溶解して調製した下層膜溶液を被加工膜上に塗布して下層膜を形成する工程と、
前記下層膜上にレジスト膜を形成する工程と、
前記レジスト膜に対してパターン露光を行なってレジストパターンを形成する工程と、
前記レジストパターンを前記下層膜に転写して下層膜パターンを形成する工程と、
前記下層膜パターンを前記被加工膜に転写して被加工膜パターンを形成する工程とを具備することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】前記ナフトール誘導体として、下記式(1)により表される化合物を用いることを特徴とする請求項1に記載のパターン形成方法。

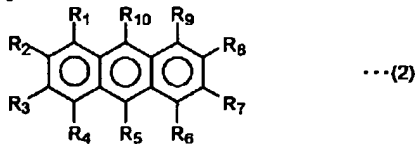
【化1】



(式中、R₁ ~ R₈ は、水素原子、水酸基、炭素数1~6のアルキレン基、または炭素数1~6のヒドロキシアルキル基を示す)

【請求項3】前記アントラセン誘導体として、下記式(2)により表される化合物を用いることを特徴とする請求項1に記載のパターン形成方法。

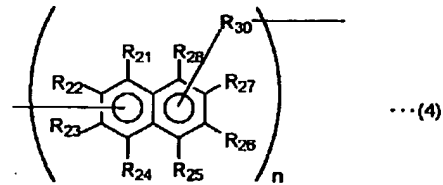
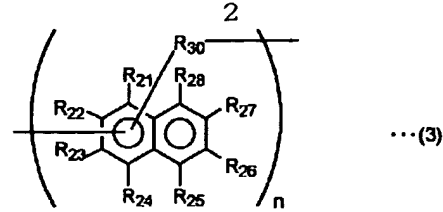
【化2】



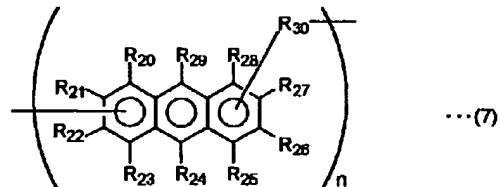
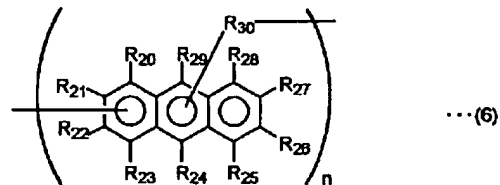
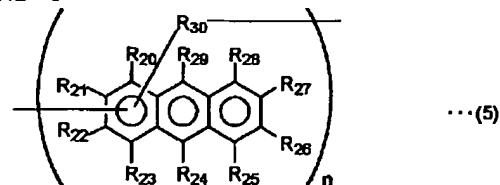
(式中、R₁ ~ R₁₀ は、水素原子、水酸基、炭素数1~6のアルキレン基、または炭素数1~6のヒドロキシアルキル基を示す)

【請求項4】前記ノボラック化合物は、下記式(3)~(9)により表されるナフトールノボラックであること
を特徴とする請求項1に記載のパターン形成方法。

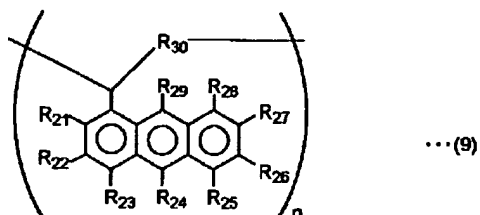
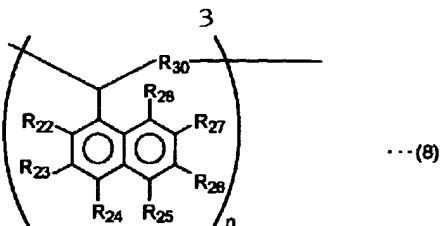
【化3】



【化4】



【化5】



(式中、R₂₀～R₂₉は、水素原子または水酸基を含む置換基を示し、R₃₀は、炭素数1～6のアルキレン基を示し、nは正の整数を示す。)

【請求項5】前記ノボラック化合物の平均分子量は、500～200,000であることを特徴とする請求項1に記載のパターン形成方法。

【請求項6】前記下層膜パターンを形成する工程が、O₂、N₂、CO、およびCO₂からなる群から選ばれた少なくとも一種を含むソースガスをを用いたドライエッチングでなされることを特徴とする請求項1に記載のパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造プロセスにおけるパターン形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造プロセスにおいては、シリコンウェハ上に被加工膜として複数の物質を堆積し、これを所望のパターンにパターニングする工程を多く含んでいる。被加工膜のパターニングに当たっては、まず、一般にレジストと呼ばれる感光性物質を被加工膜上に堆積してレジスト膜を形成し、このレジスト膜の所定の領域に露光を施す。次いで、レジスト膜の露光部または未露光部を現像処理により除去してレジストパターンを形成し、更にこのレジストパターンをエッチングマスクとして被加工膜をドライエッチングする。

【0003】このようなプロセスにおいて、レジスト膜に露光を施すための露光光源としては、KrF、ArFエキシマレーザなどの紫外光が用いられているが、LSIの微細化に伴い、必要な解像度が波長以下になると、露光量裕度、フォーカス裕度などの露光プロセス裕度が不足してきている。これらのプロセスマージンを補うには、レジスト膜の膜厚を薄くして解像性を向上させることが有効であるが、一方で被加工膜のエッチングに必要なレジスト膜厚を確保できなくなってしまうという問題

が生じる。

【0004】この問題を解決するため、被加工膜上に下層膜を形成し、レジストパターンを一旦、下層膜に転写した後、下層膜パターンをエッチングマスクとして用いて被加工膜に転写するプロセスの検討が行われている。このようなプロセスにおいて、下層膜としてはエッチング耐性を有する材料が好ましく、従来、エッチング中のエネルギーを吸収し、エッチング耐性があることで知られるベンゼン環を含む樹脂が用いられてきた。

10 【0005】

【発明が解決しようとしている課題】しかしながら、ArFエキシマレーザを用いてパターン露光を行なった場合、下層膜中のベンゼン環の消衰係数が大き過ぎて、露光光の反射がかえって高くなってしまうという問題があった。

【0006】本発明は、以上の事情に鑑みてなされ、ArFエキシマレーザ波長領域において効果的に反射を抑え、かつエッチング耐性を有する下層膜を用いることにより、良好な加工形状を有する被加工膜パターンを形成を可能とするパターン形成方法を提供することを目的とする。

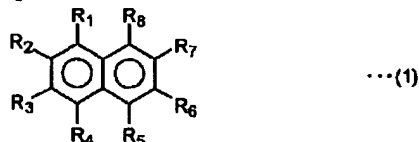
【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、ナフトール誘導体とホルムアルデヒドを脱水縮合したノボラック化合物、またはアントラセン誘導体とホルムアルデヒドを脱水縮合したノボラック化合物を溶媒に溶解して調製した下層膜溶液を被加工膜上に塗布して下層膜を形成する工程と、前記下層膜上にレジスト膜を形成する工程と、前記レジスト膜に対してパターン露光を行なってレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンを前記下層膜に転写して下層膜パターンを形成する工程と、前記下層膜パターンを前記被加工膜に転写して被加工膜パターンを形成する工程とを具備することを特徴とするパターン形成方法を提供する。

【0008】本発明の方法において、ナフトール誘導体として、下記式(1)により表される化合物を用いることが出来る。

【0009】

40 【化6】



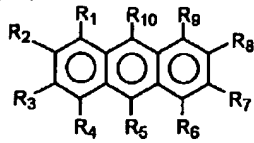
(式中、R₁～R₈は、水素原子、水酸基、炭素数1～6のアルキレン基、または炭素数1～6のヒドロキシアルキル基を示す)

【0010】また、アントラセン誘導体として、下記式(2)により表される化合物を用いることが出来る。

5

【0011】

【化7】



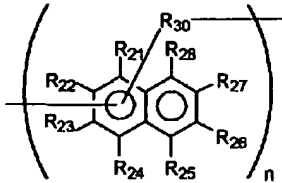
... (2)

(式中、 $R_1 \sim R_{10}$ は、水素原子、水酸基、炭素数1～6のアルキレン基、または炭素数1～6のヒドロキシアルキル基を示す)

【0012】本発明の方法において、下層膜溶液を構成するノボラック化合物としては、下記式(3)～(9)により表されるナフトールノボラックを挙げることが出来る。

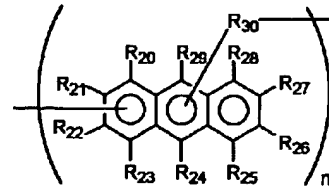
【0013】

【化8】



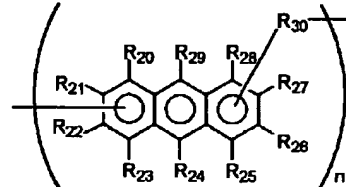
... (3)

10



... (6)

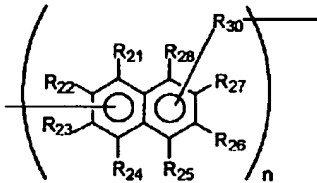
20



... (7)

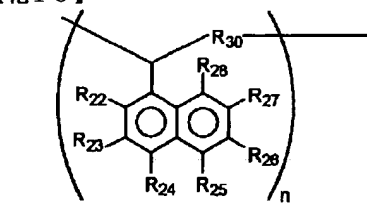
【0015】

【化10】



... (4)

30

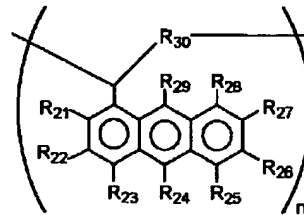


... (8)

【0014】

【化9】

40



... (9)

(式中、 $R_{20} \sim R_{29}$ は、水素原子または水酸基を含む置換基を示し、 R_{30} は、炭素数1～6のアルキレン基を示し、 n は正の整数を示す。)

【0016】本発明に使用されるノボラック化合物の平均分子量は、500～200,000であることが好ましい。また、下層膜パターンを形成する工程は、 O_2 、 N_2 、 CO 、および CO_2 からなる群から選ばれた少なくとも一種を含むソースガスを用いたドライエッチングにより行うことが出来る。

【0017】以上のように、本発明は、多環芳香族化合物を含む下層膜を用いることを特徴とする。多環芳香族化合物は、波長193nmにおけるk値が高過ぎないため、レジストとの複素屈折率のずれが小さい。その結果、レジストへの露光光の反射光を好適に抑えることができるという利点を有する。また、下層膜が多環芳香族化合物を含んでいるため、被加工膜のエッチングの際に、下層膜は、エッチングマスクとして好適に作用し、寸法制御性良く被加工膜を加工することが可能である。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明について詳細に説明する。

【0019】まず、図1(a)に示すように、ウェハ基板100上に形成された被加工膜101上に下層膜102を形成する。被加工膜101としては、特に限定されることはないが、例えば、ポリメタクリレート、ポリアリーレン、ポリアリーレンエーテル、カーボンなどの有機材料、酸化シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、ポリシロキサンなどの絶縁膜、アモルファスシリコン、ポリシリコン、シリコン基板などのシリコン系材料、アルミニウム、アルミニウムシリサイド、タングステン、タングステンシリサイド、銅、チタンナイトライドなどの金属材料などを挙げることができる。

【0020】下層膜102の膜厚は20～5000nmの範囲にあることが好ましい。その理由は、膜厚が20nm以下では、被加工膜101のエッチングの途中で下層膜102が削れてなくなってしまう、被加工膜101を所望の寸法で加工することが困難になり、一方、膜厚が5000nmより厚いと、レジストパターンをドライエッチング法で下層膜102にパターン転写する際に、寸法変換差が発生し易いためである。

【0021】また、下層膜102の露光波長における消衰係数kは、好ましくは $0.02 \leq k \leq 0.5$ 、より好ましくは $0.05 \leq k \leq 0.4$ の範囲にあることがよく、0.02未満では吸収が低すぎて反射防止能が低下し、逆に0.5を越えると吸収が高くなりすぎて反射が高くなってしまうためである。

【0022】下層膜102の形成方法は、塗布法を用いることが好ましい。その理由は、CVD法と比べると塗布法はプロセスが簡易で、プロセスコストを低く抑えることができるからである。

【0023】ここで、塗布法による下層膜102の形成方法について詳述する。まず、ナフトール誘導体とホルムアルデヒドを脱水縮合したノボラック化合物、またはアントラセン誘導体とホルムアルデヒドを脱水縮合したノボラック化合物を溶媒に溶解して下層膜溶液を調製する。

【0024】なお、ナフトール誘導体としては、上記式(1)により表わされる化合物を、アントラセン誘導体としては、上記式(2)により表わされる化合物を挙げ

ることができる。

【0025】このようなノボラック化合物としては、上記式(3)～(9)により表わされる樹脂を挙げることが出来る。ここで、上記式(3)～(9)において、 $R_{21} \sim R_{29}$ は、水素原子または水酸基を含む置換基を示し、 R_{30} は、炭素数1～6のアルキレン基であるが、 $R_{21} \sim R_{29}$ は、炭素数1ないし6のアルキル基であることが好ましく、その理由は、溶媒に対する樹脂の溶解性が増し、塗布性が向上するためである。さらに、 $R_{21} \sim R_{29}$ は、炭素数1ないし6のアルキレン基であることが好ましく、それは、塗布後、ベーキングした段階で、ヒドロキシアルキル基中の水酸基が架橋するためである。

【0026】式(3)～(9)により表わされる樹脂の分子量は、特に限定されることはないが、500～200,000が好ましい。その理由は、分子量が500未満では、レジストの溶剤に下層膜が溶解してしまい、一方、200,000を超えると、溶剤に溶解しにくく、溶液材料を作成しにくくなるためである。

【0027】また、必要に応じて貯蔵安定性を高めるために、熱重合防止剤、被加工膜への密着性を向上させるための密着性向上剤、導電性物質、光、熱で導電性が生じる物質、塗布性を向上させるために界面活性剤を添加してもよい。上記添加剤を添加する場合、下層膜の固形分を100重量部とすると、樹脂が70重量部以上含まれるようにするのが好ましい。

【0028】樹脂を溶解する溶剤は、特に限定されることはないが、例えばアセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン系溶剤、メチルセロソルブ、メチルセロソルブアセテート、エチルセロソルブアセテート等のセロソルブ系溶剤、乳酸エチル、酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸イソアミル等のエステル系溶剤、メタノール、エタノール、イソプロパニール等のアルコール系溶剤、その他アニソール、トルエン、キシレン、ナフサ、水などを挙げることができる。

【0029】以上の方法で下層膜溶液を調製し、被加工膜101上に、例えばスピンコーティング法などで塗布した後、加熱して溶剤を気化することにより、下層膜102を形成することが出来る。

【0030】次に、図1(b)に示すように、必要に応じて、下層膜102上に中間膜103を形成する。中間膜103としては、特に限定されることはないが、無機酸化物を好適に用いることができる。無機酸化物としては、酸化チタン、酸化アルミナ、酸化タングステンなどを挙げることが出来る。中間膜103としてポリシロキサンを用いることも出来る。

【0031】中間膜103の形成方法は、塗布法が好ましい。その理由は、CVD法と比べると塗布法はプロセスが簡易でプロセスコストを低く抑えることができるか

10

20

30

40

50

らである。中間膜103の膜厚は、10～3000nmの範囲が好ましく、その理由は、中間膜103の膜厚が10nm未満では、下層膜102のエッチング途中で中間膜103が削れてなくなり、3000nmを越えると、レジストパターンを中間膜103に転写する際に、加工変換差が顕著に発生してしまうためである。

【0032】次に、図1(c)に示すように、中間膜103上にレジスト溶液を塗布して、加熱処理を行い、レジスト膜104を形成する。レジスト膜104の膜厚を薄くすれば、それだけ、露光時の露光量裕度、フォーカス裕度、或は解像度を向上させることができる。そのため、レジスト膜104の膜厚は、中間膜103を寸法制御性よくエッチングできる膜厚であれば薄い方がよく、10～10000nmの範囲が好ましい。

【0033】レジストの種類は、特に限定されることはなく、目的に応じて、ポジ型またはネガ型を選択して使用することができる。具体的には、ポジ型レジストとしては、例えば、ナフトキノンジアジドとノボラック系樹脂とからなるレジスト(IX-770、日本合成ゴム社製)、t-BOCで保護したポリビニルフェノール系樹脂と酸発生剤とからなる化学増幅型レジスト(APEX-E、シップレー社製)などが挙げられる。

【0034】また、ネガ型のレジストとしては、例えば、ポリビニルフェノールとメラミン樹脂および光酸発生剤とからなる化学増幅型レジスト(SNR200、シップレー社製)、ポリビニルフェノールとビスアジド化合物とからなるレジスト(RD-2000N、日立化成社製)などが挙げられるが、これらに限定されることはない。

【0035】これらのレジスト溶液を中間膜103上に、例えばスピンコーティング法、ディップ法などで塗布した後、加熱して溶媒を気化させることでレジスト膜104を作成する。そして、レジスト膜に対してパターン露光を行い、現像することにより、図1(d)に示すように、レジストパターン105を形成する。

【0036】露光光源については、水銀灯のg線(436nm)、i線(365nm)、或はXeF(波長=351nm)、XeCl(波長=308nm)、KrF(波長=248nm)、KrCl(波長=222nm)、ArF(波長=193nm)、F₂(波長=157nm)等のエキシマレーザーを挙げることができる。

【0037】本発明の方法に使用される下層膜は、露光光源として紫外光を用いた場合、反射防止膜として好適に作用するが、露光光源としては、X線、電子ビーム、イオンビームなどを用いることも可能である。露光終了後、必要に応じてポストエスクボジャーベキングを行った後、TMAH、コリンなどのアルカリ現像液で現像処理を行って、レジストパターン105を形成する。

【0038】次いで、図2(e)に示すように、ドライエッチング法を用いてレジスト膜パターン105を中間

膜103に転写して、中間膜パターン106を形成する。エッチング方式としては、例えば反応性イオンエッチング、マグネトロン型反応性イオンエッチング、電子ビームイオンエッチング、ICPエッチング、またはECRIオンエッチングなど、微細加工可能なものであれば、特に限定されることはない。

【0039】その後、図2(f)に示すように、ドライエッチング法を用いて中間膜パターン106を下層膜102に転写して、下層膜パターン107を形成する。エッチング方式としては、中間膜103をエッチングした場合と同様のものを用いることができる。ソースガスとしては、特に限定されることはないが、例えばO₂、CO、CO₂などの酸素原子を含むガス、He、N₂、Arなどの不活性ガス、Cl₂、BCl₃などの塩素系ガス、その他H₂、NH₃などを使用することができ、これらのガスを混合して用いても良い。

【0040】次に、図2(g)に示すように、ドライエッチング法を用いて下層膜パターン107を被加工膜101に転写して、被加工膜パターン108を形成する。エッチング方式としては、中間膜103をエッチングした場合と同様のものを用いることができる。ソースガスとしては、特に限定されることはなく、高いマスク耐性が得られるため、被加工膜101を異方性良く加工することができる。

【0041】上述の実施形態では、下層膜102とレジスト膜104との間に中間膜103を介在させた場合について説明したが、中間膜を介在させることなく、下層膜に直接、レジスト膜を形成してもよい。レジストの種類は特に限定されることはないが、下層膜とのエッチング選択比をとるために、無機原子、特にシリコン原子を含むレジストを好適に用いることができる。レジスト膜の膜厚、レジストパターン形成方法、下層膜のエッチング方法については上述の中間層を用いた場合と同様である。

【0042】

【実施例】以下、本発明の種々の実施例と比較例を示し、本発明の効果について、より具体的に説明する。

実施例1

図3(a)～(e)を参照して、シリコンウエハー上にSiO₂パターンを形成した例について説明する。まず、図3(a)に示すように、シリコンウエハー200上に、被加工膜として、LPCVD法にて膜厚500nmのSiO₂膜201を形成した。

【0043】次いで、被加工膜201上に、以下の(S1)～(S4)に示す方法で、下層膜202を形成した。下層膜202の膜厚は、300nmである。分光エリプソメを用いて測定した各下層膜202の露光波長193nmにおける複素屈折率の測定結果を下記表2に示す。

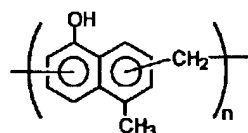
【0044】(S1)：平均重量分子量12,000の

11

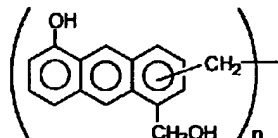
下記式(10-1)により表わされるノボラック系樹脂10gを乳酸エチル90gに溶解して下層膜溶液を調製した後、スピンコーティング法を用いて被加工膜201上に塗布した後、250℃で2分間ベーキングを行なって、下層膜202を形成した。

【0045】(S2)：(S1)において、平均重量分子量10,000の下記式(10-2)により表わされるノボラック系樹脂10gを乳酸エチル90gに溶解して調製した下層膜溶液を用いた。

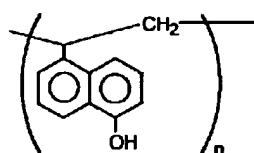
【0046】(S3)：(S1)において、平均重量分*10



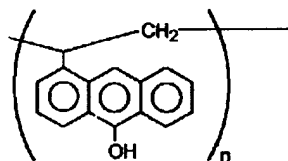
(10-1)



(10-2)



(10-3)



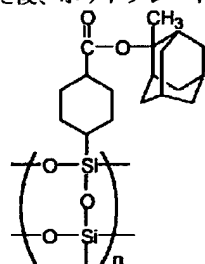
(10-4)

【0049】次に、下層膜202上に、下記式(11)により表される、平均重量分子量12,000の溶解抑制剤9gと、下記式(12)により表される酸発生剤1gを乳酸エチル90gに溶解して調製したレジストをスピンコーティング法で塗布した後、ホットプレートを用い※

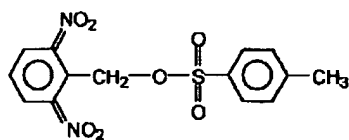
※で140℃で90秒間ベーキングを行って、図3(b)に示すように、膜厚200nmのレジスト膜203を形成した。

【0050】

【化12】



(11)



(12)

【0051】更に、ArFエキシマレーザーを用いて、レジスト膜203に対してパターン露光を行った後、140℃で90秒間ベーキングを行った。続いて、0.21規定のテトラヒドロキシアニモニウムを用いて現像処理を行って、図3(c)に示すように、直径0.15μmのコンタクトホールパターンを有するレジストパターン204形成した。その結果、何れの下層膜202上に形成したレジストパターン204の側壁にも、定在波による波打ち形状は見られなかった。

【0052】レジスト膜203と下層膜202の界面での光強度反射率を、下層膜202の膜厚に対して計算し★50

40★た。その際、計算に用いた各層の波長193nmにおける複素屈折率は、下記表1に示す通りである。計算結果を下記表2に示す。

【0053】下記表2から、本実施例における何れの下層膜(S1、S2、S3、S4)を用いた場合も、反射率は1.3%以下と低いことが分かる。従って、レジストパターンの側壁に定在波による波打ち形状が見られなかったのは、下層膜からレジスト膜への露光光の反射を十分に抑えることができたためと考えることができる。

【0054】次に、図3(d)に示すように、ドライエッチング法を用いて、レジストパターン204を下層膜

13

202に転写して、下層膜パターン205を形成した。エッチャーとしては、マグネトロン型反応性イオンエッチング装置を用い、エッチングガスとして $N_2/O_2 = 10/100$ sccmを用い、真空度75mT、励起密度 $1.3W/cm^2$ 、基板温度40℃の条件で、エッチングを行なった。その結果、何れの下層膜(S1、S2、S3、S4)を用いた場合も、図3(d)に示すように、異方性良く加工を行なうことができた。

【0055】次に、図3(e)に示すように、ドライエッチング法を用いて、下層膜パターン205を被加工膜201に転写して、被加工膜パターン206を形成した。エッチャーとしてはマグネトロン型反応性イオンエッチング装置を用い、エッチングガスとして $CF_4/O_2/Ar = 5/10/100$ sccmを用い、真空度75mT、励起密度 $1.3W/cm^2$ 、基板温度40℃の条件で、エッチングを行なった。

【0056】このようにして得た被加工膜パターン206のテーパ角を測定した。その結果を下記表2に示す。下記表2から、被加工膜パターン206のテーパ角は、いずれの下層膜(S1、S2、S3、S4)を用いた場合も、許容値の 87° 以上であり、被加工膜が異方性良く加工されていることが分かる。

【0057】下層膜及び被加工膜のエッチングレートを調べ、被加工膜の下層膜に対するエッチング選択比(=被加工膜のエッチレート/下層膜のエッチレート)を算出した結果を下記表2に示す。下記表2から、いずれの下層膜(S1、S2、S3、S4)を用いた場合も、ほぼ9.2以上もの選択比が得られており、被加工膜の良好な加工形状が得られたのは、下層膜のエッチング耐性が充分高かったためと考えられる。

【0058】比較例

本比較例は、実施例1において、下層膜として、以下の方法(R1)、(R2)の方法で作成した、芳香環を一つ含むノボラック系樹脂、或いはポリビニルフェノール系樹脂からなる膜を用いた場合の例である。

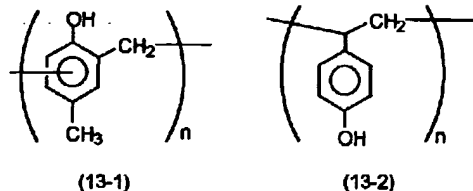
【0059】(R1): 下記式(13-1)により表される、平均分子量11,000のノボラック系樹脂10gを乳酸エチル90gに溶解し、実施例1の(S1)と同様の方法で下層膜を形成した。

【0060】(R2): 下記式(13-2)により表される、平均分子量12,000のポリビニルフェノール系樹脂10gを乳酸エチル90gに溶解し、実施例1の(S1)と同様の方法で下層膜を形成した。

【0061】

【化13】

14



【0062】実施例1と同様にして、シリコンウェハー上に、被加工膜として SiO_2 膜を形成した。次いで、被加工膜上に、上記(R1)、(R2)に示す方法で、下層膜を形成した。下層膜の膜厚は、300nmである。分光エリプソを用いて測定した各下層膜の露光波長193nmにおける複素屈折率の測定結果を、下記表1に示す。

【0063】次に、実施例1と同様にして、レジストパターンを形成し、このレジストパターンを下層膜に転写して下層膜パターンを形成した後、下層膜パターンを被加工膜に転写して被加工膜パターンを形成した。被加工膜パターンのテーパ角を測定した結果を下記表2に示す。

【0064】下記表2から、何れの下層膜(R1、R2)を用いた場合も、許容値の 87° 以下であり、異方性良く被加工膜を加工することができなかった。被加工膜の下層膜に対するエッチング選択比を算出した結果を下記表2に示す。下記表2から、エッチング選択比は、実施例1で用いた下層膜と比べると低く、良好な被加工膜の加工形状が得られなかったのは、下層膜のエッチング耐性が充分でなかったためと考えられる。

【0065】実施例2

本実施例は、実施例1において、中間膜を用いた多層レジストプロセスにより、被加工膜の加工を行なった場合の実施例である。図1および図2を参照して説明する。

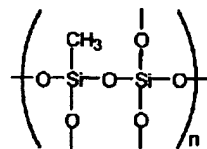
【0066】まず、図1(a)に示すように、実施例1と同様にして、シリコンウェハー100上に被加工膜101、下層膜102を順次形成した。

【0067】次いで、平均分子量12,000の、下記式(14)により表わされるポリシロキサン10gをイソプロピルアルコール90gに溶解して調製した中間膜の溶液材料を、スピンコーティング法を用いて下層膜102上に塗布した後、ホットプレートを用いて300℃で90秒間ベーキングを行なって、図1(b)に示すように、中間膜103を形成した。

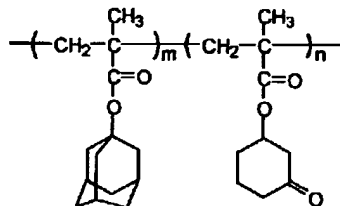
【0068】次に、平均分子量11,000の下記式(15)により表わされる溶解抑制剤9g、下記式(16)により表わされる酸発生剤1gを乳酸エチルに溶解して調製したレジスト溶液を、スピンコーティング法を用いて中間膜103上に塗布した後、ホットプレートを用いて140℃で90秒間ベーキングを行ない、図1(c)に示すように、レジスト膜104を形成した。

【0069】

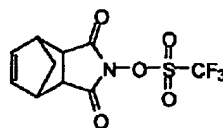
【化14】



(14)



(15)



(16)

【0070】更に、ArFエキシマレーザーを用いてレジスト膜104に対してパターン露光を行った後、140℃で90秒間ベーキングを行った。続いて、0.21規定のテトラヒドロキシアノモニウムを用いて現像処理を行って、図1(d)に示すように、直径0.15μmのコンタクトホールパターンを有するレジストパターン105を形成した。

【0071】その後、ドライエッチング法を用いて、レジストパターン105を中間膜103に転写して、図2(e)に示すように、中間膜パターン106を形成した。エッチャーとしては、マグネトロン型反応性イオンエッチング装置を用い、エッチングガスとして $\text{CF}_4 / \text{O}_2 / \text{Ar} = 10 / 10 / 100 \text{ sccm}$ を用い、真空度 75 mT 、励起密度 1.3 W/cm^2 、基板温度 40°C の条件で、エッチングを行なった。

【0072】次いで、ドライエッチング法を用いて、中間膜パターン106を下層膜102に転写して、図2(f)に示すように、下層膜パターン107を形成した。使用したエッチャーおよびエッチング条件は、実施例1で下層膜をエッチングした場合と同様とした。下層膜パターン107の加工形状を観察したところ、実施例1と同様に、異方性良く加工することができた。

*【0073】次に、図2(g)に示すように、ドライエッチング法を用いて、下層膜パターン107を被加工膜101に転写して、被加工膜パターン108を形成した。使用したエッチャーおよびエッチング条件は、実施例1で被加工膜をエッチングした場合と同様とした。

【0074】このようにして形成した被加工膜パターン108のテーパ角を測定した結果を下記表2に示す。下記表2から、何れの下層膜を用いた場合も、許容値の87°以下で異方性良く加工することができたことがわかる。これは、本実施例で用いた下層膜のエッチング耐性が高いためと考えられる。

【0075】

【表1】

レイヤー名	複素屈折率 (@ 193nm)
レジスト	$n=1.69$, $k=0.02$
中間膜	$n=1.53$, $k=0.02$
シリコンウェハー	$n=0.86$, $k=2.75$

【0076】

【表2】

下層膜	複素屈折率 (@193nm)	反 射 率 [%]		テーパー角 [°]		エッチング
		実施例 1	実施例 2	実施例 1	実施例 2	選 択 比
(S1)	$n=1.52, k=0.32$	1.0	0.2	87	88	9.8
(S2)	$n=1.53, k=0.38$	1.3	0.4	88	89	9.2
(S3)	$n=1.52, k=0.32$	1.2	0.3	88	89	9.2
(S4)	$n=1.53, k=0.38$	0.9	0.2	87	88	9.8
(R1)	$n=1.54, k=0.62$	3.2	1.9	79	—	5.2
(R2)	$n=1.55, k=0.66$	3.6	2.2	78	—	4.9

【0077】

※よると、下層膜として、ノボラック樹脂を用いているた

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、レジストへの露光光の反射光を好適に抑えることが

出来るとともに、被加工膜のエッチングの際に、下層膜は、エッチングマスクとして好適に作用し、寸法制御性良く被加工膜を加工することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るパターン形成プロセスを工程順に示す断面図。

【図2】本発明の一実施形態に係るパターン形成プロセスを工程順に示す断面図。

【図3】本発明の他の実施形態に係るパターン形成プロセスを工程順に示す断面図。

【符号の説明】

100, 200…基板

101, 201…被加工膜

102, 202…下層膜

103…中間膜

104, 203…レジスト膜

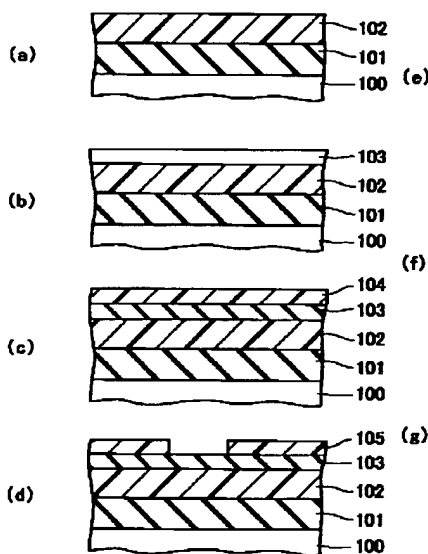
105, 204…レジストパターン

106…中間膜パターン

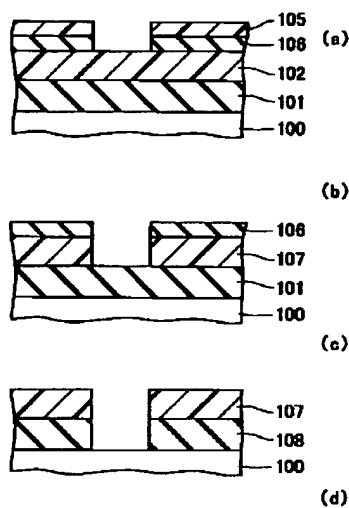
107, 205…下層膜パターン

10 108, 206…被加工膜パターン

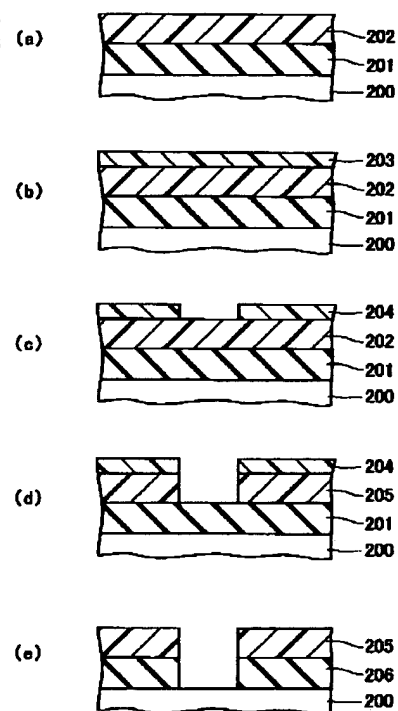
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 01 L 21/302

H

Fターム(参考) 2H025 AA02 AA03 AA09 AB16 AC04
AC08 AD01 AD03 DA34 FA41
2H096 AA25 CA05 EA05 HA23
5F004 AA04 BA13 CA03 CA04 DA01
DA23 DA25 DA26 DB26 EA02
EA28
5F046 CA04 CA07 PA07